

FP-1164 US

WIDE DYNAMIC RANGE IMAGE PICKUP DEVICE

Patent Number: JP2001008104 ✓
Publication date: 2001-01-12 ✓
Inventor(s): TAMARU MASAYA; ODA KAZUYA ✓
Applicant(s): FUJI PHOTO FILM CO LTD ✓
Requested Patent: ☐ JP2001008104
Application Number: JP19990176537 19990623 ✓
Priority Number(s):
IPC Classification: H04N5/335
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a wide dynamic range image pickup device capable of realizing the high connection of highlight gradation by post processing after photographing and minimizing the uselessness of circuit constitution.

SOLUTION: The wide dynamic range image pickup device quantizes a high sensitive video signal 12 expressing an image generated by a solid state image pickup device 10 by 10-bit resolution through an analog/digital(A/D) conversion circuit 16 and quantizes a low sensitive video signal 14 by 8-bit resolution through an A/D conversion circuit 18. The quantized high sensitive video signal data 20 are recorded in a recording medium 26 so as to correspond to low sensitive video signal data 22. A synthetic circuit 52 forms a wide dynamic range video signal 56 by additionally synthesizing both the data 20, 22. Consequently the wide dynamic range video signal 56 is obtained by simple circuit constitution and a complete image with high completeness equal to a silver salt photographic system can be obtained by executing exposure correction and gradation compression in post processing.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-8104

(P2001-8104A)

(43) 公開日 平成13年1月12日 (2001.1.12)

(51) IntCl.⁷

H 0 4 N 5/335

識別記号

F I

H 0 4 N 5/335

テーマコード(参考)

P 5 C 0 2 4

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-176537

(22) 出願日 平成11年6月23日 (1999.6.23)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 田丸 雅也

埼玉県朝霞市泉水三丁目11番46号 富士写真フイルム株式会社内

(72) 発明者 小田 和也

埼玉県朝霞市泉水三丁目11番46号 富士写真フイルム株式会社内

(74) 代理人 100079991

弁理士 香取 孝雄

Fターム(参考) 5C024 AA01 CA15 EA04 EA08 FA01

FA11 FA12 GA11 HA14 HA17

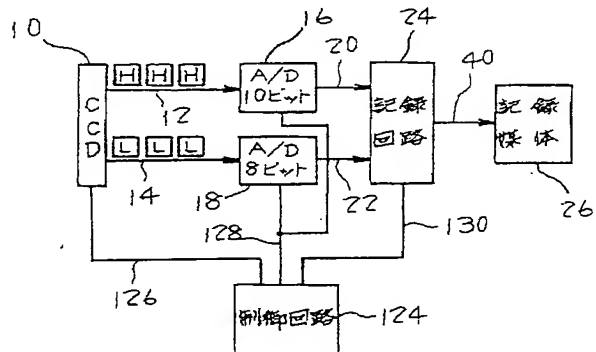
HA21 HA24 JA09 JA21

(54) 【発明の名称】 広ダイナミックレンジ撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 撮影後の後処理によってハイライト階調の良好な繋がりを実現でき、回路構成の無駄が最小化された広ダイナミックレンジ撮像装置を提供。

【解決手段】 広ダイナミックレンジ撮像装置は、固体撮像デバイス10で生成された1つの画像を表わす高感度の映像信号12をアナログ・デジタル変換回路16によって10ビットの分解能で量子化し、低感度の映像信号14をアナログ・デジタル変換回路18によって8ビットの分解能で量子化する。量子化された高感度の映像信号データ20は、低感度の映像信号データ22と対応づけられて記録媒体26に記録される。合成回路52は、これらの高感度の映像信号データ20および対応する低感度の映像信号データ22を加算合成して、広いダイナミックレンジの映像信号56を形成する。これにより、簡略な回路構成で、広いダイナミックレンジの映像信号56が得られ、後処理で露光補正や階調圧縮を行なうことによって、銀塩写真システムに匹敵する完成度の高い完成画像が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被写界を撮像して該被写界を表わす高感度の映像信号および低感度の映像信号を生成する撮像手段と、

該高感度の映像信号を第1の量子化分解能で量子化して、対応する高感度の映像信号データを出力する第1の信号変換手段と、

前記低感度の映像信号を第1の量子化分解能より低い第2の量子化分解能で量子化して、対応する低感度の映像信号データを出力する第2の信号変換手段とを含むことを特徴とする広ダイナミックレンジ撮像装置。

【請求項2】 被写界を撮像して該被写界を表わす高感度の映像信号および低感度の映像信号を生成する撮像手段と、

該高感度の映像信号を第1の量子化分解能で量子化して、対応する高感度の映像信号データを出力する第1の信号変換手段と、

前記低感度の映像信号を第1の量子化分解能より低い第2の量子化分解能で量子化して、対応する低感度の映像信号データを出力する第2の信号変換手段と、

該高感度の映像信号データおよび低感度の映像信号データに対応づけて出力する出力手段とを含むことを特徴とする広ダイナミックレンジ撮像装置。

【請求項3】 請求項2に記載の装置において、前記出力手段は、前記高感度の映像信号データおよび低感度の映像信号データに対応づけて記録媒体に記録する記録手段を含むことを特徴とする広ダイナミックレンジ撮像装置。

【請求項4】 請求項2に記載の装置において、該装置はさらに、前記出力手段から出力される前記高感度の映像信号データおよび対応する低感度の映像信号データを加算合成して、広いダイナミックレンジの映像信号を形成する信号合成手段を含むことを特徴とする撮像装置。

【請求項5】 請求項4に記載の装置において、前記信号合成手段は、前記高感度の映像信号が実質的に飽和していると、前記低感度の映像信号に、第2の分解能に対する第1の分解能の比および前記低感度の映像信号に対する前記高感度の映像信号の感度の比を乗じて前記広いダイナミックレンジの映像信号とし、前記高感度の映像信号が実質的に飽和していないときは、前記高感度の映像信号を前記広いダイナミックレンジの映像信号とすることを特徴とする撮像装置。

【請求項6】 請求項2に記載の装置において、前記撮像手段は、前記高感度の映像信号および低感度の映像信号をそれぞれ第1および第2の信号変換手段へ同時に出力する固体撮像デバイスを含むことを特徴とする撮像装置。

【請求項7】 請求項2に記載の装置において、前記撮像手段は、前記高感度の映像信号および低感度の映像信号を交互に出力する固体撮像デバイスを含み、

該装置はさらに、該交互に出力された高感度の映像信号および低感度の映像信号を互いに分離して、それぞれ第1および第2の信号変換手段へ供給する信号分離手段を含むことを特徴とする撮像装置。

【請求項8】 被写界を撮像して該被写界を表わす高感度の映像信号および低感度の映像信号を交互に生成する撮像手段と、

該生成された映像信号を量子化して、対応する映像信号データを出力する信号変換手段と、

10 該映像信号データから高感度の映像信号データおよび低感度の映像信号データを互いに分離する信号分離手段とを含み、

該信号分離手段は、前記分離された低感度の映像信号データを前記分離された高感度の映像信号データより低い分解能で出力し、

該装置はさらに、前記高感度の映像信号データおよび低感度の映像信号データに対応づけて出力する出力手段を含むことを特徴とする広ダイナミックレンジ撮像装置。

【請求項9】 請求項8に記載の装置において、前記出力手段は、前記高感度の映像信号データおよび低感度の映像信号データに対応づけて記録媒体に記録する記録手段を含むことを特徴とする撮像装置。

【請求項10】 固体撮像デバイスで生成された1つの画像を表わす高感度の映像信号および低感度の映像信号が入力される入力手段と、

該高感度の映像信号を第1の量子化分解能で量子化して、対応する高感度の映像信号データを出力する第1の信号変換手段と、

30 前記低感度の映像信号を第1の量子化分解能より低い第2の量子化分解能で量子化して、対応する低感度の映像信号データを出力する第2の信号変換手段と、

該高感度の映像信号データおよび低感度の映像信号データに対応づけて出力する出力手段とを含むことを特徴とする信号変換装置。

【請求項11】 請求項10に記載の装置において、該装置はさらに、前記出力手段から出力される前記高感度の映像信号データおよび対応する低感度の映像信号データを加算合成して、広いダイナミックレンジの映像信号を形成する信号合成手段を含むことを特徴とする信号変換装置。

【請求項12】 請求項11に記載の装置において、前記信号合成手段は、前記高感度の映像信号が実質的に飽和していると、前記低感度の映像信号に、第2の分解能に対する第1の分解能の比および前記低感度の映像信号に対する前記高感度の映像信号の感度の比を乗じて前記広いダイナミックレンジの映像信号とし、前記高感度の映像信号が実質的に飽和していないときは、前記高感度の映像信号を前記広いダイナミックレンジの映像信号とすることを特徴とする信号変換装置。

50 【請求項13】 固体撮像デバイスで生成された1つの

画像を表わす高感度の映像信号および低感度の映像信号を用意する工程と、

該高感度の映像信号を第1の量子化分解能で量子化して、対応する高感度の映像信号データに変換する工程と、

前記低感度の映像信号を第1の量子化分解能より低い第2の量子化分解能で量子化して、対応する低感度の映像信号データに変換する工程と、

該高感度の映像信号データおよび低感度の映像信号データを対応づける工程と、

前記高感度の映像信号データおよび対応する低感度の映像信号データを加算合成して、広いダイナミックレンジの映像信号を形成する工程とを含むことを特徴とする信号変換方法。

【請求項14】 請求項13に記載の方法において、前記広いダイナミックレンジの映像信号を形成する工程は、前記高感度の映像信号が実質的に飽和しているとき、前記低感度の映像信号に、第2の分解能に対する第1の分解能の比および前記低感度の映像信号に対する前記高感度の映像信号の感度の比を乗じて前記広いダイナミックレンジの映像信号とし、前記高感度の映像信号が実質的に飽和していないときは、前記高感度の映像信号を前記広いダイナミックレンジの映像信号とすることを特徴とする信号変換方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体撮像デバイスから出力される映像信号を広いダイナミックレンジで出力する広ダイナミックレンジ撮像装置、とくに、電子カメラ、デジタルカメラ、ビデオカメラ、イメージスキャナなどの撮像装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】銀塩写真ネガフィルムから写真プリントを得る撮影システムでは、銀塩ネガフィルムの有する広いダイナミックレンジの特徴を生かして、図10に示すように、そのような広い露光域の画像情報をネガフィルムに一旦、記録したうえで、後処理によってその記録露光域のうちから適正なプリント再現域の画像情報を切り出すことによって、適正な完成画像、すなわち微調整以外、大きな露光修正を必要としない状態の画像を得ることができる。この特徴は、たとえば、撮影の際、カメラ側で露光を失敗しても、後処理での補正により適切なプリントを得られる効果をもたらす。また、たとえば、主階調の領域はそのままの階調を保ち、その両側の高輝度域および低輝度域については階調圧縮を施して、全体をプリント再現域に納めることができる。そのため、たとえば人物の頬などの絵柄の部分で白飛びするような画像の再現を回避することができる。

【0003】電子スチルカメラなど、固体撮像デバイス

10

20

30

40

50

クレンジが銀塩写真ネガフィルムに比べて狭い理由から、後処理で露光補正や階調圧縮などの修正処理が困難であった。図11から分かるように、固体撮像デバイスでは、広範囲の被写体輝度のうちのごく一部が捕捉されるにすぎない。これは、撮影の際の不適正な露出による失敗を後処理で補正しにくく、ハイライト階調の繋がりが悪いなどの欠点を生じている。

【0004】この欠点を回避するため、固体撮像デバイスでも広いダイナミックレンジを有するものが提案されている。たとえば、特公平8-34558号公報には、低感度の受光セルと高感度の受光セルが交互に配置された電荷結合デバイス(CCD)などの固体撮像デバイスが開示されている。このような異なる感度の2種類の受光セルから得られる映像信号は、互いに独立して撮像デバイスから読み出され、後に合成されて、広いダイナミックレンジの映像信号が形成される。別な公報、特開平9-181979号公報および同9-191099号公報には、奇数番列のフォトセンサおよび偶数番列のフォトセンサの電荷蓄積時間を電子シャッタによって電氣的に互いに異ならせることによって、見掛け上の感度の比を可変にした固体撮像デバイスが開示され、このような感度の異なる映像信号を合成して広いダイナミックレンジの映像信号が形成される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述の特開平9-181979号公報では、撮像デバイスから出力される感度の異なる2フィールドの映像信号がデジタル信号に変換される。上述のように写真システムとして優れた再現特性を有する銀塩写真システムでは、高輝度部分の画像情報を階調圧縮するので、好ましい階調の画像が得られる。これはつまり、完成画像において、その階調圧縮される高輝度部分に割り当てられる階調数が少ないことを意味している。したがって、デジタル画像信号の場合、高輝度領域で階調圧縮される信号のビット分解能は低くてよい。しかし、上掲の従来技術ではいずれも、高輝度域および低輝度域についてこのようなビット分解能の差を考慮に入れていない。したがって、撮像デバイスからの映像信号をデジタル信号に変換する機能部分の回路構成に無駄がある。

【0006】本発明はこのような従来技術の欠点を解消し、撮影後の後処理によってハイライト階調の良好な繋がりを実現でき、回路構成の無駄が最小化された広ダイナミックレンジ撮像装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、固体撮像デバイスで生成された1つの画像を表わす高感度の映像信号および低感度の映像信号が入力される入力手段と、高感度の映像信号を第1の量子化分解能で量子化して、対応する高感度の映像信号データを出力する第1の信号変換手段と、低感度の映像信号を第1の量子化分解能より低い第2の量子化分解能で量子化して、対応する

低感度の映像信号データを出力する第2の信号変換手段とを含む信号変換装置が提供される。

【0008】本発明によれば、このような信号変換装置はさらに、高感度の映像信号データおよび低感度の映像信号データを対応づけて出力する出力手段を含むように構成してよい。

【0009】本発明による広ダイナミックレンジ撮像装置は、被写界を撮像して被写界を表わす高感度の映像信号および低感度の映像信号を生成する撮像手段と、高感度の映像信号を第1の量子化分解能で量子化して、対応する高感度の映像信号データを出力する第1の信号変換手段と、低感度の映像信号を第1の量子化分解能より低い第2の量子化分解能で量子化して、対応する低感度の映像信号データを出力する第2の信号変換手段と、高感度の映像信号データおよび低感度の映像信号データを対応づけて出力する出力手段とを含む。

【0010】このような撮像装置はさらに、出力手段から出力される高感度の映像信号データおよび対応する低感度の映像信号データを加算合成して、広いダイナミックレンジの映像信号を形成する信号合成手段を含むものでよい。

【0011】本発明による広ダイナミックレンジ撮像装置はまた、被写界を撮像して被写界を表わす高感度の映像信号および低感度の映像信号を交互に生成する撮像手段と、この生成された映像信号を量子化して、対応する映像信号データを出力する信号変換手段と、映像信号データから高感度の映像信号データおよび低感度の映像信号データを互いに分離する信号分離手段とを含み、信号分離手段は、分離された低感度の映像信号データを前記分離された高感度の映像信号データより低い分解能で出力し、本撮像装置はさらに、高感度の映像信号データおよび低感度の映像信号データを対応づけて出力する出力手段を含むように構成してもよい。

【0012】なお、本明細書において、高感度の撮像セルおよび低感度の撮像セルの両方を有する撮像デバイスを、便宜上、広ダイナミックレンジの撮像デバイスと称している。

【0013】

【発明の実施の形態】次に添付図面を参照して本発明による広ダイナミックレンジ撮像装置の実施例を詳細に説明する。図1を参照すると、本発明による広ダイナミックレンジ撮像装置の実施例は、広いダイナミックレンジを有する電荷結合デバイス(CCD)などの固体撮像デバイス10を有し、これから出力される高感度映像信号12および低感度映像信号14を、それぞれアナログ・デジタル(A/D)変換回路16および18によってビット分解能の互いに異なる2つのデジタル映像信号20および22に変換し、これらを記録回路24によって、たとえばメモリカードなどの映像信号記録媒体26に記録する、デジタルスチルカメラなどの画像撮影装置である。本発明は、この

ような特定の実施例のみに限定されず、たとえば電子カメラ、ビデオカメラ、イメージスキャナなどの他の形態にも効果的に適用される。

【0014】固体撮像デバイス10は、本実施例では、2線読出しの単板式電荷結合デバイスである。より具体的には、固体撮像デバイス10は、図2に例示するように、それぞれ水平ラインを形成する高感度(H)の撮像セル30Hおよび低感度(L)の撮像セル30Lが水平ラインごとに交互に位置し、水平および垂直方向のセルピッチの1/2に相当する長さだけ各セル30Hおよび30Lがずれて配列された、いわゆるハニカム構造の撮像デバイスである。図2では、図の複雑化を避けるため、ごく少数の撮像セルしか図示されていないが、実際には、撮像セルアレイ32には多数の撮像セルが2次元に配設されていることは、言うまでもない。

【0015】高感度の撮像セル30Hおよび低感度の撮像セル30Lは、たとえば、その撮像セルアレイ32の表面に形成されているオンチップ・マイクロレンズおよび(または)オンチップフィルタ(いずれも図示せず)の光透過率を、前者については高く、また後者については低く設計したり、または光学開口を、前者については広く、また後者については狭く設計したりすることによって、形成することができる。または、高感度の撮像セル30Hにはマイクロレンズを設けて集光し、低感度の撮像セル30Lにマイクロレンズを設けないように構成してもよい。または、高感度の撮像セル30Hについては、それからの電荷掃出し時間を短くとり、これに対して低感度の撮像セル30Lは長くとるように構成してもよい。

【0016】実施例の電荷結合デバイス10は、2本の水平転送路34Lおよび34Hを有し、これらは、撮像セルアレイ32における電荷の垂直転送方向における末端、すなわち図2では下端縁に水平方向に配設されている。また、高感度の撮像セル30Hからの水平方向の電荷掃出し側には、垂直方向に電荷を転送する垂直転送路36Hが配設され、また低感度の撮像セル30Lからの水平方向の電荷掃出し側には、やはり垂直方向に電荷を転送する垂直転送路36Lが配設されている。

【0017】被写界からの高感度の撮像セル30Hへの入射光に応じてこれらのセル30Hに蓄積された電荷は、後述の制御線126から供給される水平転送パルスに応動して、矢印38Hで示すようにその垂直転送路36Hへ転送される。また、同様にして低感度の撮像セル30Lについては、入射光に応じて低感度の撮像セル30Lに蓄積された電荷は、水平転送パルスに応動して、矢印38Lで示すようにその垂直転送路36Lへ転送される。これら2本の垂直転送路36Hおよび36Lに転送された電荷は、水平方向のラインについては一斉に、そして垂直方向については順番に、同じく制御線126から供給される垂直転送パルスに応動して、まず一方の水平転送路34Lまで転送される。より詳細には、高感度セル30Hに対応する1ライン

の蓄積電荷が一方の水平転送路34L に到達した後、これを他方の水平転送路34H に一斉に転送する。次に、これに続く低感度セル30L に対応する1ラインの蓄積電荷を一方の水平転送路34L に転送する。こうして、1対の水平転送路34H および34L に時間的に位相がずれた状態で到達した1対の水平ラインの電荷、すなわち高感度撮像セル30H および低感度撮像セル30L にそれぞれ対応する2ラインの蓄積電荷は、同時に、それぞれ水平転送路34H および34L から1画素ずつ出力される。この映像信号12および14の様子を図1では模式的に、それぞれ矩形で囲った「H」および「L」で示す。このようにして、固体撮像デバイス10の出力12および14からは同時に、それぞれ高い感度の映像信号および低い感度の映像信号が点順次で出力される。

【0018】図1に戻って、固体撮像デバイス10の2本の出力12および14は、2つのアナログ・デジタル変換回路16および18にそれぞれ接続されている。高感度映像信号出力12に接続された一方のアナログ・デジタル変換回路16は、本実施例では10ビットの量子化分解能を有し、入力12に到来する高感度映像信号をレベル 0~1023のデジタル信号データに変換してその出力20から出力する信号変換回路である。同様に、低感度映像信号出力14に接続された他方のアナログ・デジタル変換回路18は、本実施例では8ビットの量子化分解能を有し、入力14の低感度映像信号をレベル 0~255のデジタル信号データに変換してその出力22に出力する信号変換回路である。これらの出力20および22は、記録回路24の入力に接続されている。

【0019】記録回路24は、本実施例ではメモ리카ードなどの映像信号記録媒体26に、1つの画像についての高感度映像信号データ20および低感度映像信号データ22を関連づけて記録するデータ記録装置である。好ましい実施例では、1つの画像について、低感度映像信号データ22は、高感度映像信号データ20の記録される記憶領域を管理するヘッダ部分に記録される。本実施例では、低感度映像信号データ22のビット分解能が高感度映像信号データ20のそれより低いので、記録媒体26における所要記憶領域が少なくてもよい長所がある。このような高感度映像信号データ20および低感度映像信号データ22の対応づけ記録を、図1では概念的に矢印40で示す。

【0020】実施例の撮像装置は制御回路124を有している。制御回路124は、図示のように固体撮像デバイス10、アナログ・デジタル変換回路16および18、ならびに記録回路24にそれぞれ制御線126、128および130で接続され、これらの回路を制御して、固体撮像デバイス10から出力される映像信号を記録媒体26に記録する動作を行なわせる全体制御機能部である。制御回路124は、制御線126を通して撮像デバイス10に水平および垂直転送パルスなどの駆動信号を送り、撮像デバイス10から映像信号を読み出し、これに同期してアナログ・デジタ

ル変換回路16および18、ならびに記録回路24を動作させて、ビット分解能の互いに異なる2つのデジタル映像信号データ20および22を映像信号記録媒体26に記録させる。

【0021】本実施例ではこのように、アナログ形式の映像信号12および14を対応のデジタルデータに変換する際、感度の高い方の映像信号データ20を感度の低い方の映像信号データ22のビット分解能より高いビット分解能でA/D変換するように構成されている。これは、一般に、完成画像におけるハイライト階調特性は軟調であって、高いビット分解能を必要とせず、低感度映像信号データ22には、画像の絵柄のハイライト部分についての情報、すなわちハイライト情報が多く含まれているからである。本実施例では、一方のアナログ・デジタル変換回路16は10ビットの分解能を有し、他方のアナログ・デジタル変換回路18は8ビットの分解能を有しているが、本発明は、必ずしもこのような特定の値のみに限定されるものではない。

【0022】このようにして映像信号記録媒体26に記録された1対の映像信号、すなわち高感度映像信号データ20および低感度映像信号データ22は、図3に例示するような画像再生装置50によって可視画像として再生される。メモ리카ードなどの映像信号記録媒体26は合成回路52に接続される。合成回路52は、記録媒体26から1つの画像についての1対の高感度映像信号データ20および低感度映像信号データ22をその入力54に読み出し、両者を加算合成して広いダイナミックレンジの映像信号を形成する信号合成回路である。その合成された出力は出力56から出力され、この出力56はプリンタなどの利用回路58に接続されている。利用回路58の一例として、合成された映像信号の表わす画像を記録紙などの画像記録媒体（図示せず）に印刷するプリンタなどのハードコピー装置がある。プリンタに代わって、またはこれに加えて、液晶表示装置などのソフトコピー装置や通信回線などの伝送媒体（いずれも図示せず）が利用回路58として合成回路52の出力56に接続されていてもよい。

【0023】合成回路52は、その入力54に得られる1つの画像についての高感度映像信号データ20および低感度映像信号データ22を次のようにして合成する。固体撮像デバイス10の高感度撮像セル30H は、低感度撮像セル30L の感度のK倍の感度を有する。ここでKは1より大きい正の数である。図4を参照すると、撮像セルアレイ32において、ある注目画素の高感度映像信号22H のレベル値Hを合成閾値Tと比較する（ステップ100）。合成閾値Tは、高感度映像信号用のアナログ・デジタル変換回路16の最大変換レベル、すなわち本実施例では「1023」でよい。この閾値Tは、必ずしも高感度映像信号用のアナログ・デジタル変換回路16の最大変換レベル「1023」でなくてもよく、信号のばらつきや線形性などの諸特性を考慮して、これより低い値、たとえば「100

0」程度に設定してもよい。つまり、高感度映像信号が実質的に飽和状態にある値付近に設定するのが有利である。

【0024】注目画素の高感度映像信号22H のレベル値Hが「1023」より小さいことは、その画素に対応する被写体部分が高感度映像信号データ20のダイナミックレンジ内で捕捉できたことを意味する。合成回路52はそこで、このような高感度映像信号データ20のレベル値Hは、そのまま出力値Cとしてその出力56から出力する(ステップ 101)。

【0025】ステップ 100において、注目画素の高感度映像信号22H のレベル値Hが「1023」に等しいときは、その画素の被写体部分が高感度映像信号データ20が飽和し、そのダイナミックレンジ内で捕捉できなかったことを意味する。そこで合成回路52は、その画素の低感度映像信号データ22L のレベル値Lを使用し、この値Lに、低感度撮像セル30L の感度に対する高感度撮像セル30H の感度の比Kと低感度映像信号用のアナログ・デジタル変換回路18の量子化レベル数に対する高感度映像信号用のアナログ・デジタル変換回路16の量子化レベル数の比 2^{10-8} とを乗じた値 $L \cdot K \cdot 2^{10-8}$ を出力値Cとしてその出力56に出力する(ステップ 103)。

【0026】図5を参照してこれを説明すると、横軸に被写体輝度をとり、左側の縦軸に高感度映像信号データ20のレベル 0~1023を、また右側の縦軸に低感度映像信号データ22のレベル 0~ 255をとると、注目画素の高感度映像信号22H のレベル値Hは線60のようにプロットされ、また低感度映像信号データ22L のレベル値Lは線62のようにプロットされる。両レベル値HおよびLを上述のようにステップ 100、 101および 103で合成すると、その結果の信号は、点線64で示ようになる。合成回路52は、このような合成操作を行なうことによって、高感度映像信号12のみを再生に利用した場合と比較して、K倍のダイナミックレンジを有する映像信号Cをその出力56に得ることができる。

【0027】このような合成信号56は、プリンタなどの利用回路58に入力され、プリントなどの形態に変換されて利用される。利用回路58は、露光補正や階調補正を行なう画像処理回路を含んでいてもよい。そのような適用例では、利用回路58において、合成信号Cのうちの所要の輝度領域を切り出して完成画像として再生することができる。

【0028】ところで、固体撮像デバイス10は、もちろん正方形格子状に撮像セルが配列された電荷結合デバイスであってもよい。その例を図6に示す。以下の説明において、これまでの説明におけるのと同様の要素は同じ参照符号で示す。この実施例の電荷結合デバイス10は、1本の水平ラインにおいて高感度撮像セル70H および低感度撮像セル70L が交互に位置し、垂直方向の画素位置には同じ感度の撮像セル70H または70L が配列された撮

セルアレイ72を有している。高感度の撮像セル70H からの水平方向の電荷掃出し側には、垂直方向に電荷を転送する垂直転送路74H が配設され、また低感度の撮像セル70L からの水平方向の電荷掃出し側には、やはり垂直方向に電荷を転送する垂直転送路74L が配設されている。この場合、高感度撮像セル70H の垂直列と低感度撮像セル70L の垂直列とは、それぞれ垂直転送路74H および74L へ蓄積電荷を読み出す位置、すなわち画素電荷の読出し時間が隣接する垂直列の間で異なるようにCCD 電極(図示せず)が配列され、最終的に1対の水平転送路34H および34L のそれぞれに同時にこれらの電荷が到達するように構成されている。

【0029】被写界からの入射光に応じて高感度の撮像セル70H へ蓄積された電荷は、水平転送パルスに反応して、矢印76H で示すようにその垂直転送路74H へ転送される。同様にして低感度の撮像セル70L については、入射光に応じて低感度の撮像セル70L に蓄積された電荷は、水平転送パルスに反応して、矢印76L で示すようにその垂直転送路74L へ転送される。これら2本の垂直転送路74H および74L に転送された電荷は、水平方向のラインについては一斉に、そして垂直方向については順番に、垂直転送パルスに反応して、対応する1対の水平転送路34H および34L まで転送される。こうして、1対の水平転送路34H および34L に到達した1対の水平ラインの電荷、すなわち高感度撮像セル70H および低感度撮像セル70L にそれぞれ対応する2ラインの蓄積電荷は、同時に、それぞれ水平転送路34H および34L から1画素ずつ出力される。

【0030】動作状態において、固体撮像デバイス10にて撮像された被写界を表わす映像信号は、制御回路 124の制御の下に、高感度映像信号データ20および低感度映像信号データ22の形でそれぞれ出力12および14から対応するアナログ・デジタル変換回路16および18に入力される。一方のアナログ・デジタル変換回路16は、高感度映像信号12を10ビットの分解能で0~1023のいずれかの量子化レベルに変換し、その出力20へ出力する。また、他方のアナログ・デジタル変換回路18は、低感度映像信号14を8ビットの分解能で0~ 255のいずれかの量子化レベルに変換し、その出力22へ出力する。記録回路24は、これらの映像信号20および22を1つの画像のデータファイルとして関連づけて映像信号記録媒体26へ記録する。

【0031】映像信号記録媒体26に記録されたデジタル映像信号20および22は、再生装置50によって読み出される。記録媒体26から合成回路52に読み出された高感度映像信号データ20は、合成回路52において、対応する低感度映像信号データ22と加算合成される。つまり、図4を参照して前述したように、合成回路52は、1画素ずつ映像信号を加算合成し、高感度映像信号22H のレベル値Hが「1023」より小さいと、この高感度映像信号データ

20のレベル値Hをそのまま出力値Cとしてその出力56から出力する。また、その画素の高感度映像信号22Hのレベル値Hが「1023」に等しいときは、その画素の低感度映像信号データ22Lのレベル値Lを調べ、この値Lを $K \cdot 2^{10-8}$ 倍して値 $L \cdot K \cdot 2^{10-8}$ を出力値Cとしてその出力56から出力する。このようにして合成された結果の信号56は、利用回路58に入力され、プリントなどの可視画像として再生されて利用される。

【0032】この実施例は、本発明をメモリカードなどの映像信号記録媒体26に画像データを記録するデジタルスチルカメラに適用したものであったが、たとえばイメージスキャナなどの適用例では、固体撮像デバイス10は1次元撮像デバイスでよく、記録回路24および記録媒体26に代わって、アナログ・デジタル変換回路16および18の出力20および22を直接、合成回路52の入力に接続するように構成してもよい。

【0033】ところで、固体撮像デバイス10は、高感度映像信号Hおよび低感度映像信号Lを点順次で交互に出力するタイプであってもよい。そのような1線読出しの固体撮像デバイス80を含む撮像装置の実施例を図7に示す。固体撮像デバイス80は単一の映像信号出力82を有し、その出力82から点順次で交互に出力される高感度映像信号Hおよび低感度映像信号Lは、信号分離回路84の入力に接続される。この固体撮像デバイス80は、図8に示すような撮像セルアレイ86を有し、その同図における下端縁には単一の水平転送路34が配設されている。この例では、高感度撮像セル70Hの垂直列と低感度撮像セル70Lの垂直列は、それぞれ垂直転送路74Hおよび74Lへ蓄積電荷を読み出す位置、すなわち画素電荷の読出し時間が隣接する垂直列の間で同じでよく、最終的に、高感度映像信号Hおよび低感度映像信号Lの電荷は、単一の水平転送路34に同時に到達するように構成されている。

【0034】信号分離回路84は、制御回路124からの制御信号132に応動して、入力80に交互に到来するアナログ信号の高感度映像信号Hおよび低感度映像信号Lを、固体撮像デバイス10からの信号読出しに同期して分離し、対応する2つの出力88および90にそれぞれ出力する信号分離回路である。その1対の出力88および90は、それぞれ対応するアナログ・デジタル変換回路16および18に接続されている。図7に示す実施例は、固体撮像デバイス80が単一の信号出力82を有し、これに対応して信号分離回路84が設けられている以外は、図1を参照して説明した実施例と同じでよい。

【0035】図9を参照すると、本発明の他の実施例が示され、この実施例は、1対のアナログ・デジタル変換回路16および18に代わって単一のアナログ・デジタル変換回路92が設けられ、これが信号分離回路94の前に配設されている以外は、図7を参照して説明した実施例と同じである。単一のアナログ・デジタル変換回路92は、固体撮像デバイス80の出力82に得られる映像信号を

対応するデジタルデータに変換する信号変換回路である。本実施例ではアナログ・デジタル変換回路92は、10ビットの量子化分解能で入力信号82を量子化する。その入力82には、図7に示す実施例と同様に、高感度映像信号Hおよび低感度映像信号Lが点順次で交互に到来するので、両信号とも10ビットの量子化レベルに量子化される。アナログ・デジタル変換回路92は、信号分離回路94の入力に接続された出力96を有する。

【0036】信号分離回路94は、図7に示す実施例における信号分離回路84と同様の信号分離機能を有するが、信号分離回路84と相違する点は、扱う信号がデジタルデータであり、また、後述のように低感度映像信号Lのビット分解能を低下させる機能を有するという点である。信号分離回路94は、制御回路124からの制御信号132に応動して、その入力96に点順次で交互に入力される高感度映像信号Hおよび低感度映像信号Lを互いに分離して、その対応する2つの出力120および122にそれぞれ出力するデジタル信号処理回路である。その際、信号分離回路94は、低感度映像信号Lについては、その下位ビット、本実施例では2桁を削除することによって、低感度映像信号Lのビット分解能を8ビット相当に低下させる。こうしてデジタルデータベースで分離された高感度映像信号120および低感度映像信号122は、1つの画像について対応づけて、記録回路24によって記録媒体26に記録される。

【0037】本発明による広ダイナミックレンジ撮像装置の特定の実施例を説明したが、本発明はこの実施例の細部に限定されず、特許請求の範囲内で当業者が可能な変更を含むものである。たとえば、上述の実施例では、撮像で得られ合成する映像信号の感度が2種類であったが、映像信号の感度は3種類以上であってもよい。たとえば、3種類の感度の撮像セルがラインごとに配列され、それぞれの感度の映像信号を同時に読み出せる構造の電荷結合デバイスを使用してもよい。または、1線で読み出された3種類の映像信号を個々の種類の信号に分離する信号分離回路を使用してもよい。このような3種類の映像信号は、たとえば、中輝度域の映像信号とその両側のシャドウ域およびハイライト域の映像信号として完成画像に採用される。

【0038】本発明はまた、上述の実施例のように2種類の感度の撮像セルを有する固体撮像デバイスのみならず、インタレースされた2つのフィールドについて、奇数列および偶数列ごとに撮像セルにおける電荷の蓄積時間を変えることによって高感度および低感度の映像信号を得る撮像方式にも効果的に適用される。

【0039】

【発明の効果】このように本発明によれば、固体撮像デバイスから生成される複数種類の感度の映像信号を異なるビット分解能で量子化することにより、簡略な回路構成で、広いダイナミックレンジの映像信号を得ることが

できる。また、このような映像信号を記録媒体に記録する場合は、所要の記憶領域が少なく済む。さらに、広ダイナミックレンジの映像信号は、後処理で露光補正や階調圧縮を行なうことによって、銀塩写真システムに匹敵するような完成度の高い完成画像が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による広ダイナミックレンジ撮像装置をデジタルスチルカメラに適用した実施例を示す機能ブロック図である。

【図2】図1に示す実施例における固体撮像デバイスの撮像セルアレイの例を示す説明的平面図である。

【図3】同実施例に適用される画像再生装置の実施例を示す機能ブロック図である。

【図4】図3に示す実施例における合成回路の動作を説明するための動作フロー図である。

【図5】図3に示す合成回路の信号合成動作を説明するためのグラフである。

【図6】図1に示す実施例における固体撮像デバイスの撮像セルアレイの他の例を示す、図2と同様の平面図である。

【図7】本発明による広ダイナミックレンジ撮像装置をデジタルスチルカメラに適用した他の実施例を示す、

図1と同様の機能ブロック図である。

【図8】図7に示す実施例における固体撮像デバイスの撮像セルアレイの例を示す、図2と同様の平面図である。

【図9】本発明による広ダイナミックレンジ撮像装置の他の実施例を示す、図1と同様の機能ブロック図である。

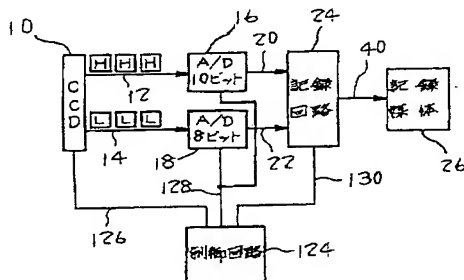
【図10】従来の銀塩写真システムにおけるネガフィルムおよびプリントの再現域を説明するためのグラフである。

【図11】被写体輝度域と固体撮像デバイスによる撮影輝度域の関係を説明するための、図10と同様のグラフである。

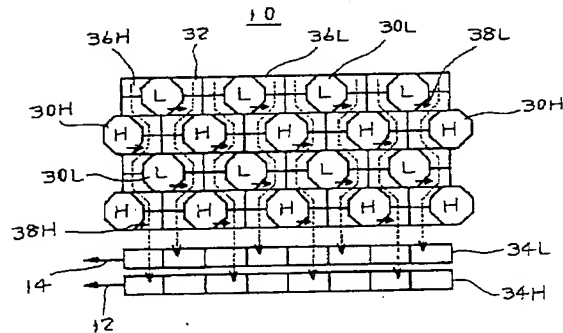
【符号の説明】

- 10 固体撮像デバイス
- 16、18、92 アナログ・デジタル変換回路
- 24 記録回路
- 32 撮像セルアレイ
- 30H、30L 撮像セル
- 34、34H、34L 水平転送路
- 52 合成回路
- 84、94 信号分離回路

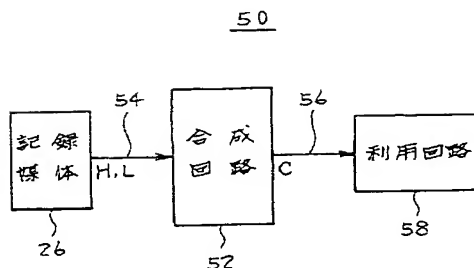
【図1】



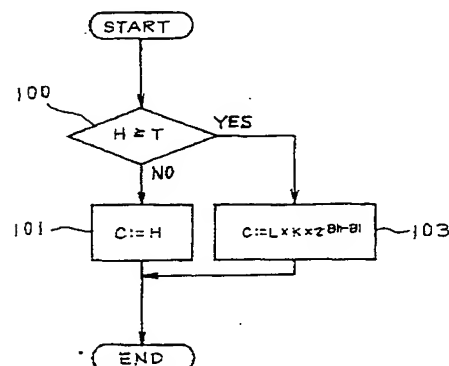
【図2】



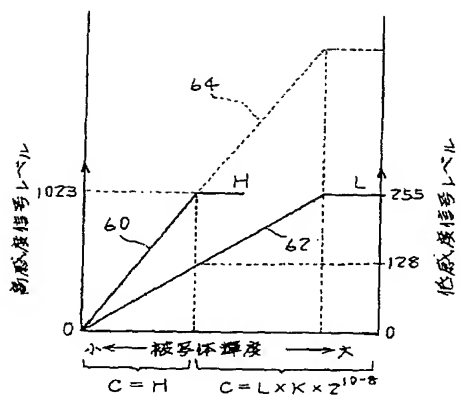
【図3】



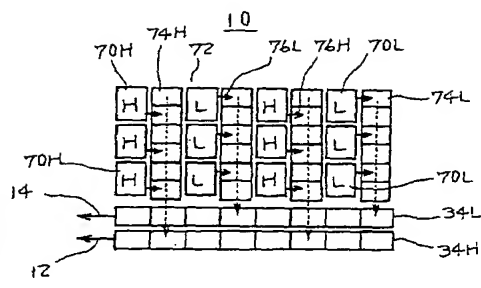
【図4】



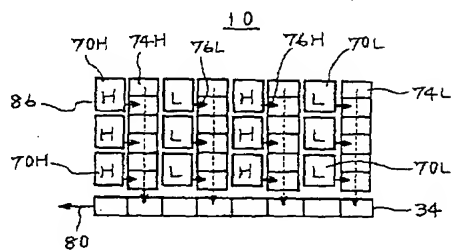
【図5】



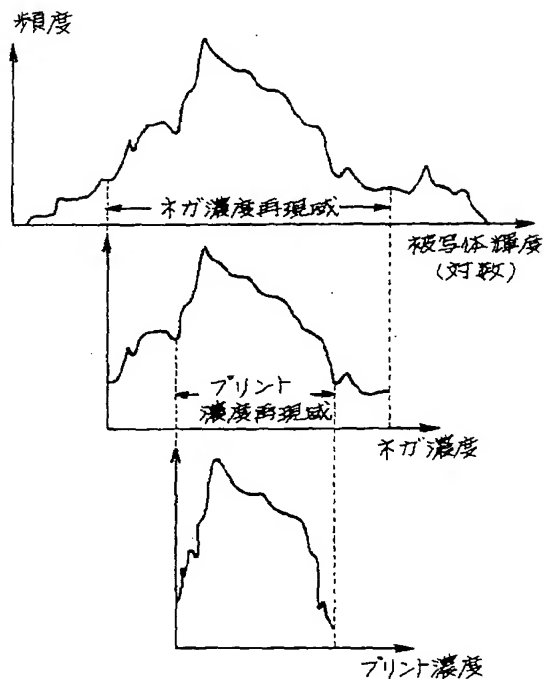
【図6】



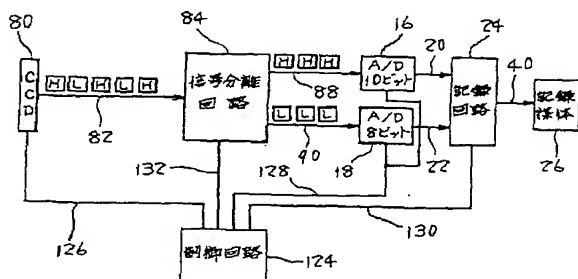
【図8】



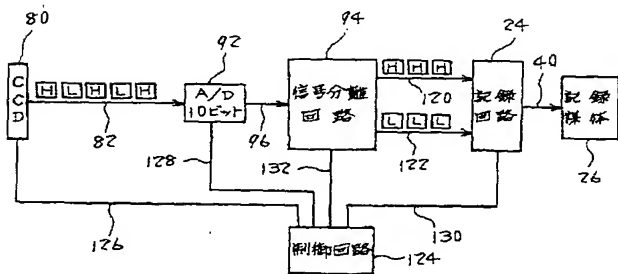
【図10】



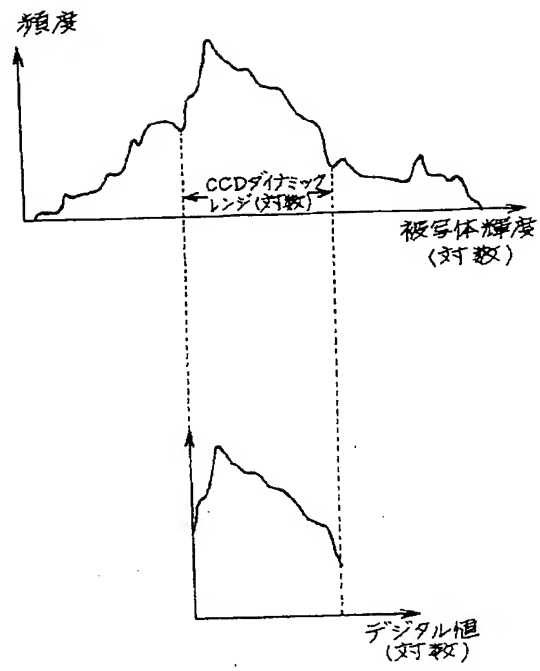
【図7】



【図9】



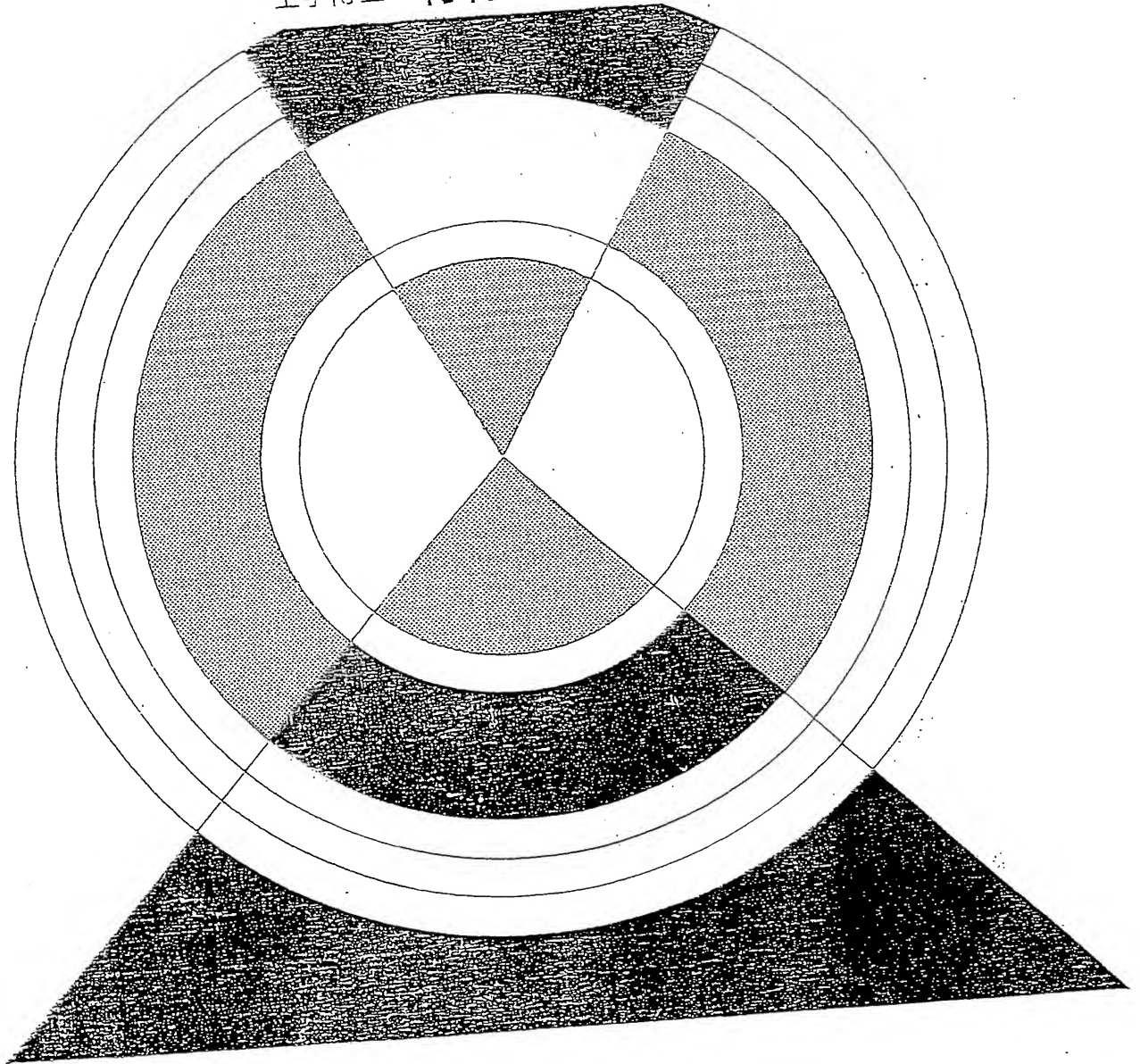
【図11】



FP-1164 US

CCDカメラ技術入門

工学博士 竹村 裕夫 著



コ ロ ナ 社

また、電子シャッタを $1/60\text{s}$ より長くして、長時間露光とし暗視カメラとして、感度をあげることもできる。 $1/5\text{s}$ とすれば露光時間が 12 倍になり、それだけ感度を稼ぐことができる。しかし、この期間で信号は連続して得られないから、間欠撮像になる。普通にはフィールドメモリで信号を補完している。

なお、長時間露光でもいくらでも長くできるわけではなく、半導体の暗電流の増加による SN 比低下で制約される。

4.2.4 ダイナミックレンジの拡大

ダイナミックレンジ拡大の方法は電子シャッタでシャッタ速度を変え、明るい部分から暗い部分までが含まれるダイナミックレンジが広い被写体を撮像する。高速シャッタでは暗い部分は写らないが、明るいシーンは鮮明に写る。低速シャッタでは明るいシーンは飽和して飛んでしまうが、暗いシーンは鮮明に写る。ダイナミックレンジ拡大は、これらの二つの画像からよいところだけを切り出して合成するものである。

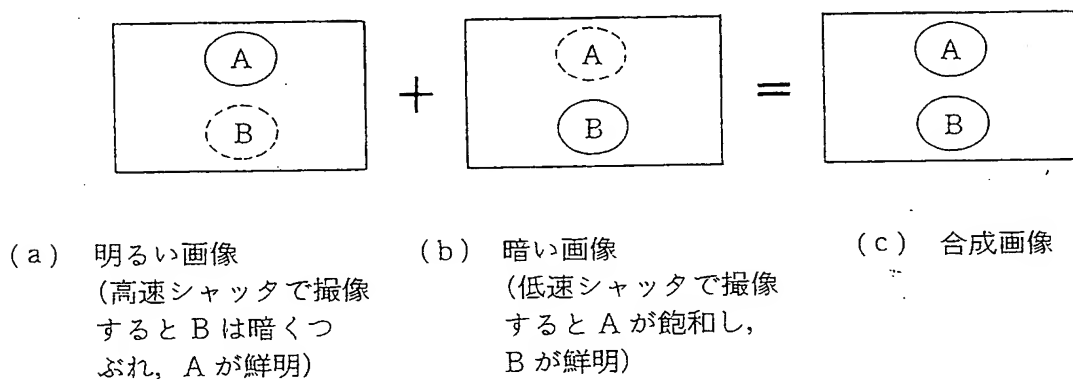


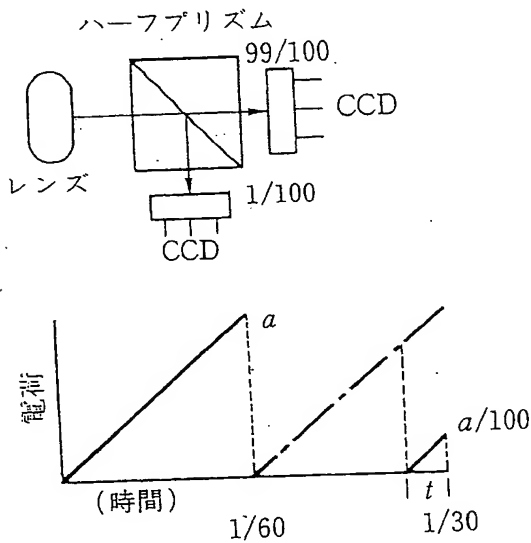
図 4.19 ダイナミックレンジ拡大の原理 (A: 明るい画像, B: 暗い画像)

図 4.19 はこの原理の説明図で図(a)のように明るいシーンを高速シャッタで撮像し、図(b)のように暗いシーンを低速シャッタで撮像し、最適の画像 A と B を取り出し、図(c)のようにこれらをつなぎ合わせる。口絵図[5] (a), (b)は実際に、ダイナミックレンジの広いシーン、室内に置かれた被写体の人形と明るいライトボックスのパターンを同時に撮像した場合である。図(a)は標準の $1/60\text{s}$ のシャッタの画像、図(b)は $1/1800\text{s}$ の高速電子シャッタ

で撮像した画像を信号処理で合成したもので暗いシーンから明るいシーンまで鮮明な画像が得られ、実質的にシャッタ時間の比率だけ、この場合は 30 倍のダイナミックレンジの拡大ができる。

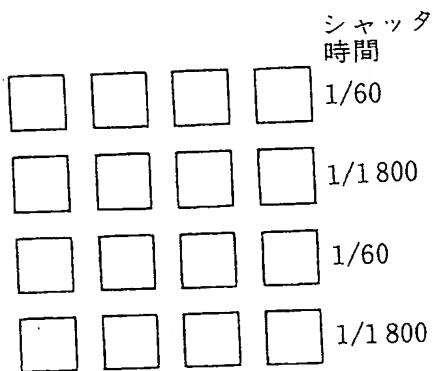
このようなダイナミックレンジ拡大の方式には 3 種類ある。図 4.20(a) は CCD を 2 個使い、入射光線を 2 分割してそれぞれ CCD 上に結像し、片方を標準シャッタ、一方を高速シャッタにした 2 板式である。このようにすると CCD としては標準のものがそのまま使用できる。また、入射光線を 2 分割でなく、 $99/100$ と $1/100$ のようにあらかじめ光量の差を付けておくと電子シャッタの割合を小さくできる。しかし、分割用の光学系が必要、CCD が 2 個必要などのデメリットもある。

図(b)は電子シャッタ動作を時分割で行うもので、標準の CCD 1 個を用い



(a) 2 板式
2 個の CCD を使い、ハーフプリズムで光の分割比を変えて、明るい画像、暗い画像を別々に撮像して合成する (CCD が 2 個、回路も 2 系統必要、ハーフプリズムが必要)

(b) 電子シャッタ単板式
1 フレームに 2 回の画像を取り出す (走査線が $1/2$ になり、垂直解像度が悪くなる)



(c) CCD デバイス式
垂直方向の画素が 2 倍ある全画素読出し CCD を用いる。垂直方向の画素 1 個おきに電子シャッタのシャッタ時間を変える

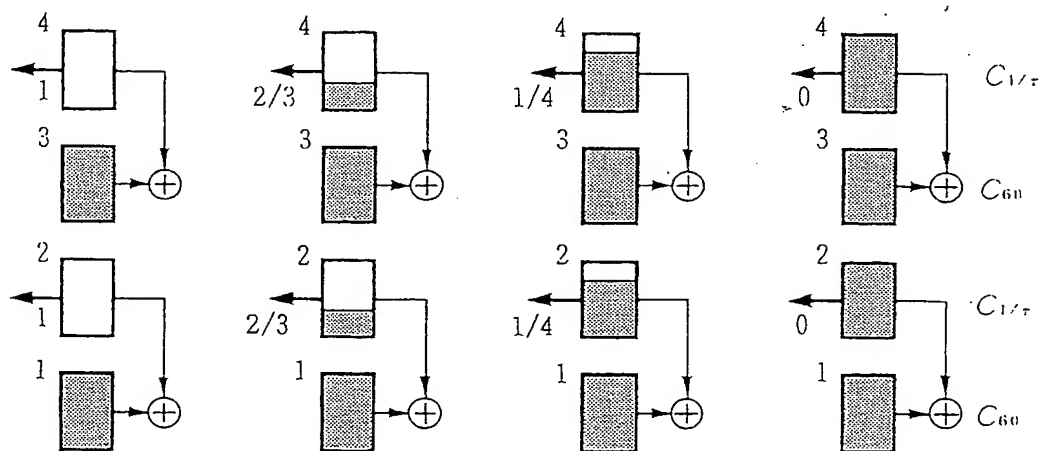
図 4.20 ダイナミックレンジ拡大の方式

た単板式で行うことができる。しかし、この場合には2枚の画像をとらなければならないので連続撮像はできず駒撮りになる。したがって1フィールドメモリを使って補間するなどの処理が必要になる。

図4.20(c)はCCDの垂直画素数を2倍設けることにより、走査線2本ずつシャッタ速度を変えて読み出すものである。この方式ではカメラの電子回路をあまり変更せずにダイナミックレンジを拡大することができる。しかし、垂直画素数が2倍必要になるなど、CCDにしわ寄せがくる。

4.2.5 重み付け撮像

フレーム読出しとフィールド読出しではそれぞれに得失があるが、この両方式の中間の特性が電子シャッタの応用で実現できる。フィールド読出しの $1/60\text{s}$ 蓄積期間の任意の時間に、加算する垂直方向2画素のうちの1画素に電子シャッタを用いる。ちょうどダイナミックレンジ拡大で垂直方向の1画素を電子シャッタ動作で動かすのと同じである。すると、図4.21のように、標準動作で蓄積されてきた $1/60\text{s}$ の信号電荷 C_{60} と電子シャッタモードで蓄積された $1/\tau(\text{s})$ の信号電荷 $C_{1/\tau}$ がラインごとに蓄積される。 $1/\tau=1/60\text{s}$ は図(d)のように掃出し0で信号電荷 $C_{1/60}$ であるからフィールド読出しと同一、 $1/\tau=0$ で



(a) 掃出し加算 (フレーム読出し) (b) 2/3 掃出し加算 (重み付け加算) (c) 1/4 掃出し加算 (重み付け加算) (d) 掃出し0加算 (フィールド読出し)

図4.21 重み付け撮像の原理

は図(a)のように掃出し100%で信号電荷0となりフレーム読出しと同じ垂直解像度となる。この間の任意の時間に設定すれば図(b), (c)のように掃出し量が変化でき、任意の重み付けが可能になる。この方式でも信号を消去した分、SN比やスミアが低下するが、その反面、垂直解像度が向上し、ダイナミックレンジ拡大の効果もある。

—— 著者略歴 ——

1962 年 早稲田大学第一理工学部電気通信学科卒業
1962 年 東京芝浦電気株式会社(現(株)東芝)中央研究所勤務
1976 年 工学博士(早稲田大学)
1976 年 (株)東芝総合研究所主任研究員
1991 年 (株)東芝 HD 事業推進部主幹
1994 年 電気通信大学大学院電子工学科非常勤講師
1994 年 IEEE Fellow
1994 年 東芝 AVE(株)勤務
現在に至る

CCDカメラ技術入門

CCD Camera Technologies

© Yasuo Takemura 1997

1997 年 12 月 15 日 初版第 1 刷発行

検印省略

著 者 たけ むら やす お
竹 村 裕 夫
発 行 者 株式会社 コ ロ ナ 社
代 表 者 牛 来 辰 巳
印 刷 所 富士美術印刷株式会社

112 東京都文京区千石 4-46-10

発行所 株式会社 コ ロ ナ 社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替 00140-8-14844・電話(03)3941-3131(代)

ISBN 4-339-00685-8

(青田)

(製本:愛千製本所)

Printed in Japan



無断複写・転載を禁ずる

落丁・乱丁本はお取替えいたします